

Проектирование продольного профиля

Одним из основных проектных документов является продольный профиль, который вычерчивается по строго установленной форме. Исходными данными для проектирования продольного профиля являются: отметки поверхности земли, грунтовой разрез, максимальный продольный уклон, минимальные радиусы вертикальных кривых, рекомендуемые рабочие отметки в насыпях и положение контрольных (фиксированных и строго фиксированных) точек.

Рекомендуемая рабочая отметка насыпи устанавливается исходя из почвенно-грунтовых и гидрологических условий, а также из соображений снегонезаносимости отдельных участков дороги. Рекомендуемая высота насыпи в сухих местах должна быть не менее толщины дорожной одежды и требуемого возвышения низа дорожной одежды над поверхностью земли. Для сырых и мокрых участков рельефа рекомендуемые высоты насыпей назначаются в соответствии СНиП.

К строго фиксированным контрольным точкам относятся: головки рельсов на железнодорожных переездах в одном уровне, оси пересекаемых в одном уровне автомобильных дорог и т.п. Фиксированными точками являются: бровки насыпей у искусственных сооружений (мостов и труб), настилы путепроводов на узлах пересечения с железными и автомобильными дорогами в разных уровнях.

На открытых местах, где возможны значительные снежные заносы, возвышение бровки земляного полотна необходимо принимать на 0.6-0.8 м над поверхностью снегового покрова, принимаемого с расчетной повторяемостью 5 %.

Составление продольного профиля участка проектируемой автомобильной дороги производится в следующей последовательности:

1. Вычерчивается нижняя часть документа – сетка; размеры отдельных граф и общие размеры чертежа строго регламентированы.

2. Заполняется графа. Данные для заполнения берут с плана трассы и из ведомости прямых и кривых.

3. Заполняется графа. Ситуация местности наносится в пределах 25-50 м по обе стороны трассы.

4. В графу записываются отметки земли по оси дороги на каждом пикете и плюсовой точке. Плюсовыми точками могут быть места, где резко меняются уклон местности, границы болот, лесов, карьеров, оси пересекаемых дорог, линий связи и ЛЭП и т.п.

5. По отметкам земли по оси дороги наносится линия поверхности земли – «черная линия», на ниже ее на 2 см и параллельно вычерчивается линия грунтового профиля. Под линией грунтового профиля указывается характеристика залегающих грунтов. Места расположения скважин и шурфов назначаются в соответствии с рельефом и данными задания. Глубокие скважины, которые не могут быть показаны в масштабе, разрываются, и цифрой указываются глубина залегания грунтов и глубина скважины. Шурфы устраиваются до глубины 2.5 м.

6. Определяются места (пикетажное положение) искусственных сооружений – мостов, путепроводов, труб.

При проектировании пересечений в разных уровнях для расположенных внизу автомобильной или железной дорог необходимо обеспечивать габарит от уровня проезжей части (головки рельса) 5.0 и 6.5 м соответственно.

7. Наиболее ответственной частью работы при проектировании продольного профиля является нанесение проектной линии и обеспечение водоотвода. Приступая к проектированию продольного профиля, необходимо наметить основной принцип проложения проектной линии. В условиях равнинного рельефа проектную линию наиболее целесообразно назначать «по обертывающей» с возвышением бровки земляного полотна для отдельных участков на величину, рекомендуемую СНиП в зависимости от климатических, грунтовых и гидрологических условий.

В условиях пересеченной местности или при наличии участков с большими уклонами (более допустимых по нормам для проектируемой дороги) проектирование следует вести по принципу «секущей». Следует стремиться к такому проложению проектной линии, чтобы имели место выемки и насыпи с компенсирующимися, возможно малыми объемами работ.

Проектирование ведется в два этапа: вначале намечается на карте план дороги, а затем проектируется продольный профиль.

Наибольший эффект плавности достигается, когда середины круговых кривых в плане и вертикальных кривых в профиле совпадают, а длина горизонтальной кривой в плане несколько превышает длину вертикальной кривой в продольном профиле. Допустимы смещения вершин углов кривых в плане и профиле не более чем на $\frac{1}{4}$ длины наименьшей из кривых. Желательно, чтобы количество переломов в плане и профиле было по возможности одинаковым.

Нежелательны: а) возвышаются над прилегающими участками «горбатые» мосты и путепроводы, расположенные на выпуклых вертикальных кривых малого радиуса; б) горизонтальные мосты малой длины, расположенные между двумя вогнутыми вертикальными кривыми, так как они создают впечатление как бы плоской доски, вставленной в плавную криволинейную трассу.

Во всех случаях, когда по условиям местности представляется технически возможным и экономически целесообразным, в проектах следует принимать: продольные уклоны – не более 30 ‰, радиусы вертикальных выпуклых кривых – не менее 7000 м, радиусы вертикальных вогнутых кривых – не менее 8000 м, длины вертикальных выпуклых кривых – не менее 300 м, длины вертикальных вогнутых кривых не менее 100 м.

Проектная (красная) линия наносится одним из двух методов.

1. Первый метод проектирования заключается в нанесении проектной линии при помощи прозрачных шаблонов непосредственно по вертикальным кривым, сопрягающимся между собой или через прямые участки. Чтобы наилучшим образом запроектировать проектную линию, необходимо пользоваться набором шаблонов кривых разных радиусов. Накладывая шаблоны на «черную» линию (профиль поверхности земли), находят наиболее целесообразный радиус и по таблицам вычисляют проектные отметки. Шаблоны должны устанавливаться строго горизонтально (по соответствующей риске), уклоны в местах сопряжения смежных кривых должны совпадать, а в местах примыкания к прямолинейным участкам должны быть равными уклонам этих прямолинейных участков.

При нанесении проектной линии при помощи шаблонов отмечаются положения начала, вершины, конца кривой и указываются продольные уклоны в этих точках.

2. По второму методу проектная линия наносится в виде сопрягающихся прямых с последующим вписыванием (разбивкой) в переломы продольного профиля вертикальных выпуклых и вогнутых кривых. Согласно СНиП переломы проектной линии следует сопрягать кривыми, если алгебраическая разность

уклонов 0.5 % и более на дорогах I-II категорий, 1 % - на дорогах III категории и 2.0 % и более – на дорогах IV и V категорий. Для разбивки вертикальных кривых вычисляются рабочие отметки на сопрягающих прямых. Затем производится разбивка вертикальных кривых, вычисление их ординат и введение поправок к прежним рабочим отметкам, при этом прежние отметки заключаются в скобки, а новые пишутся открытыми.

Элементы вертикальной кривой определяют по следующим формулам:

$$K=R(i_1 - i_2); \quad T=K/2; \quad B=T^2/2R; \quad \Delta h=x^2/2R,$$

где **K** – длина кривой, м;

R – радиус вертикальной кривой, м;

i₁, i₂ – смежные уклоны, доли единицы;

T – длина тангенса кривой, м;

B – биссектриса, м;

Δh – поправка к рабочим отметкам, расположенным в пределах вертикальной кривой, м;

x – расстояние от начала (конца) кривой до места вычисляемой отметки.

После нанесения проектной линии определяются нулевые точки, т.е. места перехода выемки в насыпь и обратно. Расстояние от этих точек до ближайших рабочих отметок записываются над графой №1 сетки с точностью до 1.0 м. Для участков с постоянным продольным уклоном дороги и местности положение нулевых точек определяется по формуле

$$X = L \cdot \frac{h_n}{h_n + h_p}$$

где **L** – расстояние между пикетами (плюсовыми точками), м;

h_л h_п – рабочие отметки смежных насыпи и выемки, м.

Для участков, расположенных на вертикальных кривых, положение нулевых точек определится по формуле

$$X = \frac{Ra}{b} \pm \sqrt{\frac{R^2 a^2}{b^2} - 2Ra}$$

где **a** – отрезок по вертикали, проходящей через вершину кривой, между кривой и поверхностью земли, м;

$$b = \frac{a}{i}$$

i – отрезок по оси x между вершиной кривой и поверхностью земли, м;

i – уклон поверхности земли на данном участке, доли единицы.

При проектировании продольного профиля на всех пониженных местах должны быть назначены мероприятия по водоотводу. Обеспечение нормального стока поверхностных вод на участках продольного профиля в выемках и насыпях, высотой менее руководящей отметки, достигается устройством боковых канав с продольными уклонами по дну. Боковые канавы, кюветы треугольной и трапециидальной формы, кювет-резервы должны иметь продольные уклоны не менее 0.5 %. Глубина кюветов принимается 0.6-1.0 м. Обычно продольный уклон дна канав назначается равным продольному уклону бровки земляного полотна, а в случаях перепуска воды из одного пониженного места в другое и при проектных уклонах бровки земляного полотна менее 0.3-0.5 % проектируются углубленные кюветы.

В выемках, когда имеется водораздельная точка, глубину кювета можно назначить 0.25 м. Вывод боковых канав из выемки производится в сторону или в резервы. Вода из боковых канав (кюветов) должна отводиться в сторону через каждые 500 м. В случае, если невозможно с верховой стороны воду отвести в сторону от дороги, разрешается устраивать трубы для перепуска воды с последующим отводом воды с низовой стороны. Не допускается воду из кюветов насыпей пропускать через выемку.

При трассировании дороги по косогору (особенно в выемках) с нагорной стороны необходимо предусматривать устройство одного или нескольких рядов нагорных канав для перехвата поверхностных вод, поступающих с прилегающей местности.

При пересечении дорогой двух или более логов, расположенных близко друг от друга (не более 500 м), наиболее экономичным, как правило, будет устройство водоотводных канав для сброса воды в наиболее глубокий лог с перепуском воды трубой через дорогу только в этом логе.

Профиль продольного водоотвода необходимо увязывать с отметками русел водотоков у искусственных сооружений или мест выпуска воды.

Система поперечного водоотвода должна предусматривать сброс воды в сторону от земляного из продольных канав на затяжных спусках, отвод воды из бессточных впадин, отвод воды в условиях равнинного рельефа в пониженные места.

В пояснительной записке к проекту должна быть приведена краткая характеристика продольного профиля. В частности, описание должно содержать:

- принятый метод нанесения проектной линии;
- положение проектной линии относительно контрольных точек;
- подробное обоснование проектируемых высоких насыпей и глубоких выемок;
- обеспеченность водоотвода в продольном и поперечном направлениях;
- общую характеристику проектной линии по эксплуатационным показателям.

Продольный профиль вычерчивается на листах миллиметровой бумаги высотой 29 см в рамке высотой 28 см по 5 км (в масштабе 1:5000) на каждом листе. В производственных условиях все линии построения (непроектные) продольного профиля вычерчиваются черной тушью тонкой линией, а проектная линия и вся другая проектная документация – красной тушью (или утолщенными линиями). При выполнении курсового проекта рекомендуется весь чертеж продольного профиля выполнять черной тушью с выделением толщиной линий, обозначающих проектные решения.

Отметки земли по оси дороги, проектные и рабочие отметки наносятся на профиль с точностью до 1 см. Все расстояния указываются с точностью до 1 м. Рабочие отметки надписывают на расстоянии 0.5 см над проектной линией для насыпей и под проектной линией – для выемок.

Все надпрофильные надписи: искусственные сооружения, реперы, съезды, канавы, водосборы должны изображаться в условных знаках. У проектируемых водопропускных сооружений указывают УВВ и УМВ.